

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2012

MONIKA LAZAROVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: 3107R004-91/ Technologie a řízení oděvní výroby

**SLEDOVÁNÍ MECHANICKÉHO OPOTŘEBENÍ
MATERIÁLŮ NA VÝROBU RUKAVIC PRO
SPECIÁLNÍ POUŽITÍ**

**MONITORING THE MECHANICAL WEAR OF
MATERIALS FOR THE MANUFACTURE OF
GLOVES FOR SPECIAL APPLICATIONS**

Monika Lazarová

KOD/2012/06/28/BS

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Renáta Němčoková

Rozsah práce:

Počet stran textu... 44

Počet obrázků..... 17

Počet tabulek..... 11

Počet grafů 7

Počet stran příloh . 14

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Monika Lazarová**
Osobní číslo: **T09000323**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Technologie a řízení oděvní výroby**
Název tématu: **Sledování mechanického opotřebení materiálů na výrobu rukavic pro speciální použití**
Zadávající katedra: **Katedra oděvnictví**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte rešerši týkající se odolností textilních materiálů vztahující se k rukavicím pro speciální použití. Proveďte shrnutí o dosud používaných materiálech na tyto výrobky.
2. Na základě norem a dostupného laboratorního vybavení navrhnete experiment.
3. Proveďte měření vybraných materiálů.
4. Výsledky experimentu vyhodnoťte a proveďte doporučení materiálů pro výrobu rukavic pro speciální použití.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: cca 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná


Seznam odborné literatury:

- KOVAČIČ, V. Základy oděvní výroby, elektronická skripta FT
- Odborné časopisy a normy
- STANĚK, J., KUBÍČKOVÁ, M. Oděvní materiály. Skripta VŠST. Liberec, 1986

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Renáta Nemčoková
Katedra oděvnictví

Datum zadání bakalářské práce: 1. listopadu 2011

Termín odevzdání bakalářské práce: 9. května 2012


prof. RNDr. Aleš Linka, CSc.
děkan




doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 1. listopadu 2011

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že s o u h l a s í m s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne 1.5.2012

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Především děkuji mé rodině a přátelům za neustálou podporu při studiu na vysoké škole. Ráda bych poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Ing. Renátě Němčokové. A v neposlední řadě patří mé velké díky Ing. Haně Ivanišové ze společnosti Holík-Internatinal s.r.o., za velikou ochotu, pomoc při studiu a při psaní bakalářské práce.

ANOTACE

Bakalářská práce je zaměřena na odolnost textilních materiálů proti mechanickému opotřebení, zejména pak proti oděru a žmolkovitosti. Tyto měřené materiály se používají pro výrobu ochranných rukavic. V úvodu je provedena rešerše materiálů, které jsou podrobeny zkoušení. Dále jsou popsány vlastnosti z teoretického pohledu a na jejich základě je proveden experiment, který řeší odolnost zkoumaných vzorků proti oděru smirkovým papírem a vzniku žmolkovitosti pleteninou. Výsledkem experimentu je souhrnná databáze zjištěných vlastností, která umožňuje návrh vhodné skladby materiálů pro výrobu rukavic dle požadovaných vlastností.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Ochranné rukavice, mechanické namáhání, odolnosti proti oděru, žmolkovitost, useň lícová, useň štípenková, useň kozina, norma

ANNOTATION

This bachelor's thesis is focused on resistance of the textile materials against mechanical wear, especially against abrasion resistance and pilling. These measured materials are used for manufacturing of protective gloves. First, a research of materials is made and the materials are tested, then there are described their properties from the theoretical point of view and on this basis an experiment is made. It solves the resistance against abrasion resistance caused by an emery paper and against pilling caused by a special knit. The result is a comprehensive database of the identified properties which helps to find the most appropriate composition of materials for the manufacturing of protective gloves according to the required properties.

KEY WORDS:

Protective gloves, Mechanical stress, Abrasion resistance, Pilling, Grain leather, Split leather, Standard

Obsah

Úvod.....	9
1 REŠERŠNÍ ČÁST	10
1.1 Rukavice a jejich funkce.....	10
1.1.1 Základní dělení rukavic	10
1.2 Kategorie OPP – Ochranné pracovní prostředky.....	12
1.2.1 Kategorie I: Osobní ochranné prostředky jednoduché konstrukce proti nízkým a rozpoznatelným rizikům	12
1.2.2 Kategorie II: Osobní ochranné prostředky, které svým charakterem nevyhovují kategorii I a III	12
1.2.3 Kategorie III: Osobní ochranné prostředky určené k ochraně proti obtížně rozpoznatelným rizikům, které mohou vážně a nevratně poškodit zdraví nebo způsobit smrt.....	12
1.3 Mechanická rizika posuzovaná u ochranných rukavic	12
1.3.1 Ochranné rukavice pro hasiče ČSN EN 659:2004+A1:2008	13
1.3.2 Ochranné rukavice - Všeobecné požadavky a metody zkoušení ČSN EN 420:2004+A1:2010	13
1.3.3 Ochranné rukavice proti mechanickým rizikům ČSN EN 388:2004	13
1.3.4 Zjišťování odolnosti v oděru na rotačním odírači ČSN EN 80 08 16	14
1.3.5 Zjišťování sklonu plošných textilií k rozvláknění a ke žmolkování – Část 2: Modifikovaná metoda Martindale, ČSN EN ISO 12945-2 (80 0837).....	14
1.4 Materiály používané pro výrobu ochranných rukavic	14
1.4.1 Usně	14
1.4.2 Nehořlavá vlákna	15
1.4.3 Polyesterová vlákna	18
1.5 Odolnosti proti oděru	20
1.5.1 Zkušební zařízení pro měření odolností v oděru	21
1.6 Žmolkovitost.....	24
1.6.2 Zkušební zařízení pro měření vzniku žmolkovitosti.....	25
2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	27
2.1 Testované materiály pro odolnost proti oděru	27
2.1.2 Definice zkoušky	28

2.1.3	Postup měření	28
2.1.4	Vyhodnocení naměřených výsledků u zkoušených materiálů	29
2.1.5	Dílčí závěr.....	32
2.2	Testované materiály pro žmolkovitost.....	34
2.2.2	Definice zkoušky	34
2.2.3	Postup měření	35
2.2.4	Vyhodnocení naměřených výsledků u zkoušených materiálů	36
2.2.5	Dílčí závěr.....	38
3	Závěr	39
	Seznam použité literatury a dalších zdrojů	41
	Seznam obrázků	42
	Seznam tabulek	43
	Seznam příloh	44

ÚVOD

Ochranné rukavice jsou v praxi používány speciálními zásahovými jednotkami, jako jsou hasiči, policie, armáda nebo záchranáři. Je potřeba brát v úvahu, že materiály podléhají extrémním podmínkám a jsou na ně kladeny vysoké požadavky. Musí být vysoce odolné proti teple a mechanickým odolnostem. S ohledem na rizika, kterými jsou ochranné rukavice vystaveny, podléhají výrobky a výrobní postupy technickým normám.

V této práci byla zvolena mechanická namáhání na vnější a vnitřní část rukavic a to odolnost proti oděru a vzniku žmolkovitosti. Tyto zkoušky byly prováděny dle norem ČSN EN 80 08 16 Zjišťování odolnosti v oděru na rotačním odírači a ČSN EN ISO 12945-2 (80 0837) Zjišťování sklonu plošných textilií k rozvláknění a ke žmolkování - Část 2: Modifikovaná metoda Martindale.

V rešeršní části této práce je uvedeno základní rozdělení rukavic a kategorie zařazení ochranných pracovních prostředků. Specifikují se mechanické vlastnosti materiálů, na kterých byl experiment prováděn. Jsou zde zmíněny normy a požadavky, které jsou na tyto materiály či výrobky kladeny. Stručně uvedeny definice mechanických namáhání a laboratorní zařízení, používaná pro tato měření.

V závěru budou vyhodnoceny výsledky experimentálních částí, které jsou rozděleny do dvou skupin. První část se zabývá oděrem a druhá vznikem žmolkovitosti.

Cílem této práce je experimentálně ověřit odolnost vůči oděru a žmolkovitost vybraných materiálů, používaných pro výrobu hasičských záchranných rukavic a navrhnout nejvhodnějších materiálů, které budou splňovat ty nejnáročnější kritéria.

1 REŠERŠNÍ ČÁST

Kapitola pojednává o rozdělení rukavic dle účelu použití, materiálového složení a konstrukce. Je zde uveden popis kategorií ochranných pracovních prostředků, materiálů užívaných pro výrobu ochranných rukavic a laboratorních zařízení určených ke zkoušení mechanického opotřebení.

1.1 Rukavice a jejich funkce

V dnešní době jsou rukavice především prvkem osobní ochrany, který slouží nejen k ochraně rukou, ale i částí rukou, předloktí a paže proti nepřízní počasí nebo hrozícímu nebezpečí. Rukavice jsou vyrobeny tak, aby chránily ruce proti různým rizikům, jako jsou například zranění, chlad a žár. Vyžadují optimální střih, dobrou odolnost proti protržení, propíchnutí a oděru. Ochranné vlastnosti jsou u pracovních rukavic určovány především materiálem, ze kterého jsou vyrobeny.

Důležitá je i jejich konstrukce. Snahou tedy je vyvíjet výrobky s takovými parametry, aby výsledný produkt splňoval svou funkci, měl co nejlepší výsledné vlastnosti, odpovídal technickým předpisům a byl zdravotně nezávadný.[8]

1.1.1 Základní dělení rukavic

Rukavice se mohou rozdělit do několika skupin dle materiálového složení, účelu použití a konstrukce provedení, jak je vidno na Obr. 1 a 2.

Rozdělení podle účelu použití:

- zimní pro ochranu před nepřízní počasí
- společenské rukavice
- pracovní ochranné rukavice
- rukavice pro profesní použití (jednorázové, univerzální, potravinářské, stavební, zemědělské, svářečské, zdravotnické, pro hasiče, pro armádu, pro záchranáře,...)

Rozdělení podle materiálového složení:

- celokožené
- textilní (z přírodního nebo chemického vlákna)
- kombinované (textilní a kožené)
- gumové (hl. materiál latex z přírodního kaučuku)
- plastové (máčené PVC popř. v kombinaci s podšívkou)
- azbestové (osinková vlákna)

Rozdělení podle konstrukce:

- víceprsté
- palcové
- dlaňovice
- jednovrstvé
- vícevrstvé



Obrázek 1: Pracovní rukavice [13]



Obrázek 2: Gumové rukavice [13]

1.2 Kategorie OPP – Ochranné pracovní prostředky

Ochranné rukavice a rukavice pro profesionální použití představují osobní ochranný prostředek (OPP), chránící ruku nebo její část před různými druhy nebezpečí. Před výběrem jakéhokoli OPP, musí být provedeno základní vyhodnocení pro identifikaci a ohodnocení stupně rizika. Stanovením odpovídající kategorie (třídy) může být zajištěna nejvyšší ochrana.[8]

1.2.1 Kategorie I: Osobní ochranné prostředky jednoduché konstrukce proti nízkým a rozpoznatelným rizikům

Týká se rukavic nabízejících ochranu proti nízkým stupňům rizika např. rukavice pro úklidové a údržbářské práce. V tomto případě mají výrobci povoleno testovat a certifikovat tyto rukavice sami.

1.2.2 Kategorie II: Osobní ochranné prostředky, které svým charakterem nevyhovují kategorii I a III

Rukavice jsou navrženy tak, aby chránily proti střednímu riziku, tj. slouží pro běžnou manipulaci, vyžadují dobrý stříh, dobrou odolnost proti protržení, propíchnutí, oděru a musí být předloženy k nezávislému testování a certifikaci, které může provádět pouze úředně pověřený orgán.

1.2.3 Kategorie III: Osobní ochranné prostředky určené k ochraně proti obtížně rozpoznatelným rizikům, které mohou vážně a nevratně poškodit zdraví nebo způsobit smrt

Rukavice jsou navrženy tak, aby byly schopny chránit proti nejvyššímu stupni rizika, např. chemickým látkám. Musí být rovněž testovány a certifikovány úředně oznámeným orgánem. Kromě toho je výrobce povinen používat systém zajišťování kvality, který je zárukou rovnoměrné kvality výroby.[8]

1.3 Mechanická rizika posuzovaná u ochranných rukavic

Pracovní rukavice jsou předmětem osobního ochranného vybavení, které chrání ruce nebo jejich části před riziky a musí poskytovat nejvyšší možnou úroveň ochrany v předpokládaných podmínkách konečného užití.

1.3.1 Ochranné rukavice pro hasiče ČSN EN 659:2004+A1:2008

Norma ČSN EN 659:2004+A1:2008 stanoví minimální požadavky na provedení a metody zkoušení pro hasičské ochranné rukavice, určené pro ochranu rukou při běžných požárních zásazích včetně vyhledávacích a záchranných prací. Tyto rukavice nejsou určeny k záměrné manipulaci s kapalnými chemikáliemi, ale poskytují určitou ochranu při náhodném kontaktu s chemikáliemi.[12]

1.3.2 Ochranné rukavice - Všeobecné požadavky a metody zkoušení ČSN EN 420:2004+A1:2010

Norma ČSN EN 420:2004+A1:2010 stanoví všeobecné požadavky a příslušné zkušební postupy pro navrhování a konstrukci rukavic, odolnost materiálu rukavic proti průniku vody, nezávadnost, pohodlí a účinnost, označení a informace dodávané výrobcem vztahující se na všechny ochranné rukavice.[12]

1.3.3 Ochranné rukavice proti mechanickým rizikům ČSN EN 388:2004

Tato evropská norma specifikuje požadavky, metody zkoušení, značení a dodávané informace pro ochranné rukavice proti mechanickým rizikům způsobeným oděrem, řezem čepelí, trháním a propíchnutím.

Definice: Ochranná rukavice proti mechanickému riziku je rukavice, která poskytuje ochranu proti alespoň jednomu z následujících mechanických rizik:

- a. Odolnost proti oděru (založena na počtu cyklů, které je zapotřebí k prodření vzorku rukavice)
- b. Odolnost proti prořezání (založena na počtu cyklů, které je zapotřebí k prořezání skrz vzorek při konstantní rychlosti)
- c. Odolnost proti protržení (založena na množství síly potřebné k protržení vzorku)
- d. Odolnosti proti propíchnutí (je založena na množství síly potřebné k propíchnutí vzorku bodcem o standardizované velikosti).[2]

1.3.4 Zjišťování odolnosti v oděru na rotačním odírači ČSN EN 80 08 16

Tato norma platí pro stanovení odolnosti plošných textilií v oděru na rotačním odírači. Metoda zkoušení platí pro plošné textilie, u nichž je třeba stanovit odolnosti v oděru lícni nebo rubové strany. Všeobecně norma určuje tyto zkušební postupy:

- a) Stanovení odolnosti plošné textilie v oděru do jejího porušení.
- b) Stanovení odolnosti plošné textilie v oděru na základě úbytku její hmotnosti.[12]

1.3.5 Zjišťování sklonu plošných textilií k rozvláknění a ke žmolkování – Část 2 : Modifikovaná metoda Martindale, ČSN EN ISO 12945-2 (80 0837)

Tato část ISO 12945 stanoví metodu pro zjišťování odolnosti plošných textilií proti žmolkování a změně povrchu pomocí modifikované metody Martindale.[12]

1.4 Materiály používané pro výrobu ochranných rukavic

Jak již bylo zmíněno, materiály používané pro výrobu ochranných rukavic musí splňovat ty nejpřísnější požadavky. Jsou vybírány materiály s vysokou pevností, nehořlavostí, popř. jsou tyto materiály opatřovány zátěry či speciálními úpravami pro zlepšení jejich vlastností.

1.4.1 Usně

Kůže tvoří přirozený obal těla obratlovce a chrání ho před vnějšími vlivy (zima, vlhko...). Umožňuje dýchání a zprostředkovává styk s okolím. Pro tyto vlastnosti byla kůže již od pravěku používána jako ochranný oděv člověka. Kůže je přírodní materiál, který je vhodný pro alergiky a dobře se udržuje, neumožňuje přijímání prachu a jiných nečistot přes její povrch do vnitřní části oděvu, snadněji se udržuje nechemickou cestou, má velice dobrou mechanickou odolnost a tím i delší životnost. Používá se proto nejen k výrobě oděvů, ale i k výrobě obuvi, rukavic, kožené galanterie, nábytku atd.[4]

1.4.1.1 Hovězinová useň

Hovězinová useň je kůže z dospělého tura domácího. Je to nejběžnější druh kůže pro všechny kožedělné druhovýroby. Je plná, vlákna jsou hustě propletená, většina plochy je jadrná. Váží cca 15 až 50 kg.

- **Hovězinová lícovková useň** – je tvořena vrchní lícovou vrstvou usně, vyznačuje se dobrou odolností proti oděru, roztržení a protržení, je pružná a obratná. Lícování kůže je vtlačování umělé kresby do líce usní pomocí žehlicích strojů nebo dezénovacích válců.
- **Hovězinová štípenková useň** – vyznačuje se vynikající odolností proti oděru a nízkou cenou. Štípání kůže je technologická operace, která se provádí za účelem egalizace tloušťky. Je nutná především proto, že zvířecí kůže má ve své ploše nestejnou tloušťku. Výhodou štípání je zlevnění a zkvalitnění činění, poměrně rychlá úprava tloušťky a dobré zhodnocení suroviny. Nevýhoda může být v tom, že odpadlá štípenka může být kouskovitá a nedá se dále použít. Ve všech případech štípání snižuje pevnost usně v tahu a štípané materiály nejsou vhodné na všechny druhy následných výrob.

1.4.1.2 Useň kozina

Kozina je kůže z kozy domácí. Vlákna jsou poměrně hustě propletena. Kůže se zpracovává chromočiněním a její hmotnost je cca 1 kg. Kůže z mláďat se používá převážně na kožešiny. Domácí kozlečiny a koziny patří k jednomu z nejkvalitnějších druhů vhodných pro zpracování na rukavičkářskou useň – vynikající jemností, tažností a vysokou pevností líce v tahu.[4]

1.4.2 Nehořlavá vlákna

Od ostatních syntetických organických vláken se liší vysokým Youngovým modulem v tahu, vyšší tepelnou odolností, dlouhodobě 200 - 300 °C a většinou vysokou pevností. Vyrábějí se asi 20 let a nyní je známo mnoho typů. Na rozdíl od skleněných a jiných anorganických vláken jsou aramidová vlákna dobře zpracovatelná běžnými textilními postupy. Používají se např. k výrobě kompozitů, filtrů pro horký vzduch, nehořlavých potahů, technických tkanin, lan i ochranných oděvů.[5]

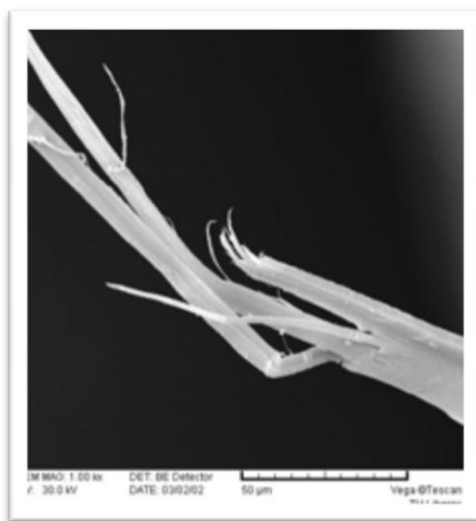
Obchodní názvy aramidů: KEVLAR® (USA), NOMEX® (USA), TWARON (HOL)

1.4.2.1 M-aramidy (meta-aramidová vlákna)

Jedná se o speciální vlákno skupiny meta-aromatických polyamidů. Zástupcem těchto polyamidů je materiál Nomex, jehož schéma štěpení je znázorněno na Obr. 3. Jedná se o aromatický nylon, meta variantu para-aramidu Kevlaru.

Vlákna značky Nomex jsou rozšířená především díky dobré tepelné odolnosti, elektrické izolační schopnosti a pevnosti současně. Mají až 3x větší mechanickou odolnost než bavlna, vysokou odolnost proti oděru, excelentní odolnost proti plísním a významně vyšší dlouhodobou tepelnou odolnost v porovnání s Kevlarem. Nevzněcují se, neodkapávají, netaví se, proto jsou uplatněna ve výrobě ochranných oděvů proti ohni. Při zvýšených teplotách udržují delší dobu mechanickou pevnost. Odolávají teplotám až do 400°C.

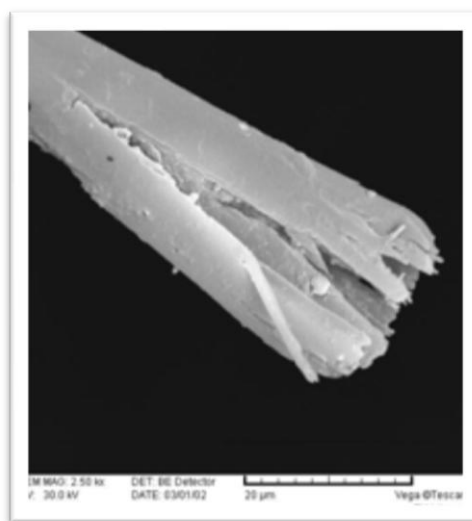
Další nehořlavé vlákno této skupiny je Kermel charakteristický svou pružností. Materiál obsahuje antistatické vlákno P 140 (karbonové vlákno) s uhlíkovým jádrem nebo kovová vlákna. Jádro zajišťuje bezpečnost v provozu a pomáhá odstranit i nepříjemné elektrostatické jiskření oděvů (jsou často spojovány s umělými vlákny). Kermel má velmi vysokou odolnost vůči oděru (dobré na údržbu) a teplotní vodivost dvakrát nižší než jakékoliv aramidové vlákno. Vyniká odolností vůči chemikáliím a je nehořlavé. Proto je také používáno na výrobu ohnivzdorných oděvů, které přicházejí do přímého kontaktu s pokožkou.[3]



Obrázek 3: Schéma štěpení vlákna Nomex [3]

1.4.2.2 P-aramidy (para-aramidová vlákna)

Vlákna značky DuPont – Kevlar (Twaron nebo Technora) mají dobře orientovanou tuhou molekulární strukturu, z čehož plyne, že jsou to vlákna vysoce pevná a tepelně odolná. Aramidová vazba dává Kevlaru termální stabilitu, zatímco para struktury přidávají pevnost. Provozní/pracovní teploty mají p-aramidy podobné m-aramidovým vláknům, ale oproti nim jsou pevnější v tahu. Z těchto důvodů jsou využívány k vyztužování konstrukcí a k ochranné aplikaci (viz Obr. 4). Para-aramidová vlákna se často směsují s jinými vlákny pro získání ještě větší pevnosti. Např. Směs Kevlar/PBI. Nejen, že se tím sníží náklady na výrobu, ale navíc se smícháním zlepši pevnost celého materiálu. Kevlar se nejprve začal využívat jako náhrada za ocel pro výtuhy pneumatik, později v oděvnictví jako například ochranný oblek proti nášlapným minám, jako sportovní oblečení nebo boty a rukavice, které velmi dobře odolávají průřezům (až 5x víc než bavlněné rukavice). Nevýhodou těchto materiálů je nižší chemická odolnost a oděruvzornost nebo snadné nabíjení statickou elektřinou.[3]



Obrázek 4: Schéma štěpení vlákna Kevlar [3]

1.4.2.3 PBI vlákna (polybenzimidazol)

PBI jsou organická vlákna s vynikající tepelnou odolností a jsou příjemná na omak. Komerční vlákno má především vynikající termickou stabilitu. Při tepelném rozkladu se uvolňuje pouze malé množství kouře a plynů.

Vlákna odolávají působení kyselin i alkálií za studena i za horka. Používají se také jako prepolymery pro uhlíková vlákna a náhrada asbestu. Dobře se míchají s jinými vlákny, např. s uhlíkovými nebo aramidovými, ke kterým tak přidává své dobré vlastnosti. PBI lze bez problémů zpracovat běžnými textilními technikami (předení, tkaní atd.). Díky praktické nehořlavosti (LOI=32) se používá pro ochranné oděvy. Používají se především do speciálních ochranných oděvů pro požárníky, svářeče, piloty, kosmonauty, závodní jezdce apod. Nevýhodou jsou nízké stálosti vůči UV záření.[3]

1.4.2.4 Modakrylová vlákna

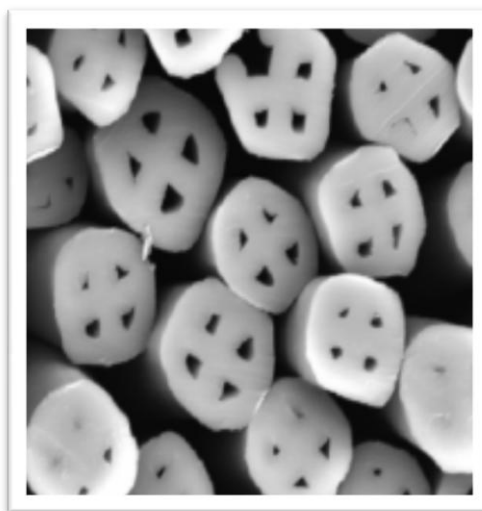
Modakrylová vlákna jsou měkká, pevná, pružná a tvarově stálá. Jsou snadno barvitelná a rychleschnoucí. Vykazují dobré schopnosti pro tisk a udržení tvaru. Jsou odolné vůči chemikáliím a rozpouštědlům, nealergenní. Modakrylová vlákna mají podobné vlastnosti jako vlákna akrylová, nicméně modakrylová vlákna jsou nehořlavá. Mají vysokou odolnost srovnatelnou s vlnou a střední odolnosti proti oděru. Používají se na koberce, koberečky, paruky a pracovní oděvy.[6]

1.4.3 Polyesterová vlákna

Polyesterová vlákna se mohou vyskytovat prakticky ve všech textilních výrobcích s výjimkou punčoch. K nejdůležitějším kladným vlastnostem patří vysoká odolnost na světle, vůči povětrnosti a mikroorganizmům např. záclony, malá navlhavost přispívá k rychlému sušení. Mnohé vlastnosti se dají snadno zlepšit chemickými nebo mechanickými procesy. Přimícháním malého množství chemikálií se dá zlepšit žmolovitost na úkor pevnosti, afinita k barvivům a sráživost.[10]

1.4.3.1 CoolMAX – 100 % tvarovaný polyester

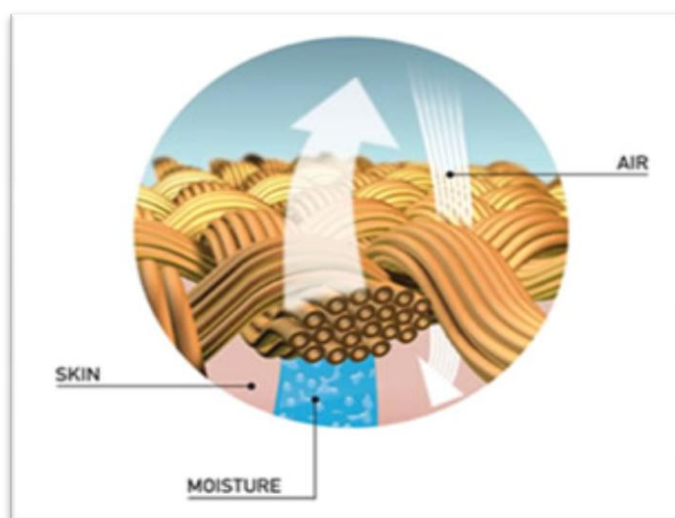
Jedná se o technicky vyspělé speciální čtyřkomorové polyesterové vlákno společnosti DuPont (viz Obr. 5). Velmi rychle odvádí vlhkost z povrchu těla. Zachovává teplotní stabilitu a udržuje tělo v suchu. Z vrchní vrstvy odvádí vlhkost ve formě páry odpařováním a reguluje tělesnou teplotu lépe a rychleji než jiné textilie. Velice rychle schne a antibakteriální úprava zamezuje šíření pachu a plísní. Je vhodný pro spodní prádlo, trička, ponožky, plavky atd.[7]



Obrázek 5: Schéma průřezu vlákna CoolMax [7]

1.4.3.2 Termolite

Termolite Active – tenký izolační materiál sloužící k zateplení. Velmi teplý při minimální hmotnosti. Duté vlákno odvádí přebytečnou vlhkost od těla o 20 % rychleji než ostatní vlákna a o 50 % rychleji než bavlna. Vlákná jsou nesráživá a udržují tvar. Používají se pro sportovní oděvy, ponožky a firemní oblečení. Na Obr. 6 je znázorněna propustnost vlhkosti a vzduchu dutým vláknem Termolite.[7]



Obrázek 6: Proudění vlhkosti vláknem Termolite [7]

1.4.3.3 X-Static

Vrstva čistého stříbra je nanесena na povrchu textilního vlákna. Stříbrná vrstva zachovává typické textilní a dotekové vlastnosti. Může být použito v pletených, tkaných i netkaných textiliích buď jako samotné vlákno nebo jako střížová příze. Stříbro zabraňuje růstu bakterií a plísní ve výrobcích, je nejvíce tepelně vodivý a snižuje elektrostatické výboje. Nadbytečný výdej tělesného tepla je při vysokých teplotách odváděn díky vláknu do okolí. Naopak při nízkých teplotách je potřebné teplo odráženo zpět k tělu.[9]

1.4.3.4 Třívrstvý laminát

Jedná se o 3 vrstvy. Fleece-100% PES/ PU membrána/fleece-100%PES. Membrána je nalaminována mezi vnější a vnitřní vrstvu. Vnější vrstva, membrána a podšívka tak tvoří jeden jediný slaminovaný kompaktní celek. Jde o mechanicky nejvíce odolnou kombinaci pro extrémní použití s většinou pevnějšími a méně poddajnými materiály.

1.5 Odolnosti proti oděru

Zkoušky odolnosti materiálu v oděru napodobují, jak dlouho textilie snese namáhání při praktickém používání. Jedná se o porušení povrchu materiálu o normovaný materiál, brusným papírem nebo o tentýž materiál. Principem zkoušky je vzájemný pohyb dvou stýkajících se čelistí, kde na jedné čelisti je napnuta zkoušená textilie a na druhé je upevněn brusný papír.[1]

Vyhodnocení oděru:

- porušení vzorku (prodření prvního vazného bodu)
- odírání do konstantního počtu otáček (úbytek hmotnosti vzorku)

Porušení vzorku:

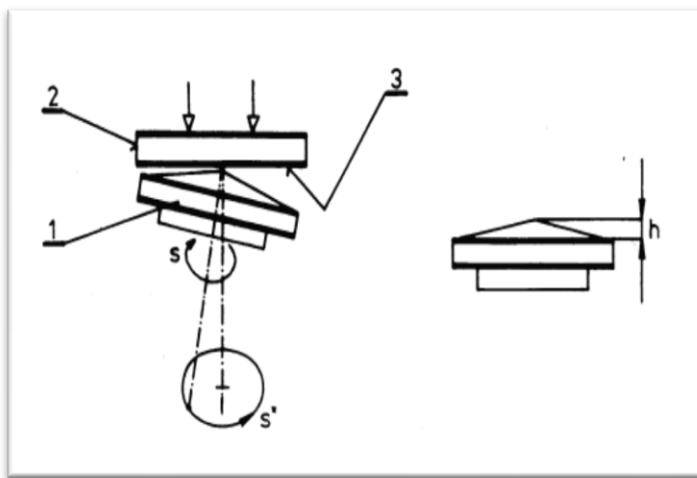
- u tkanin – přerušení dvou samostatných nití
- u pletenin – přerušení jedné nitě (tvorba díry)
- u vlasových textilií – odření vlasu
- u netkaných textilií – vytvoření díry o průměru min 0,5 mm

1.5.1 Zkušební zařízení pro měření odolnosti v oděru

a) Rotační odírač

Zkouška odolnosti se provádí odíráním měřeného materiálu o odírající materiál. Čelisti, ve kterých jsou materiály zachyceny, jsou k sobě přitlačovány předepsanou silou. Spodní čelist s odírajícím materiálem je nehybná a měřený materiál se o ni odírá rotačním pohybem (viz Obr. 7).

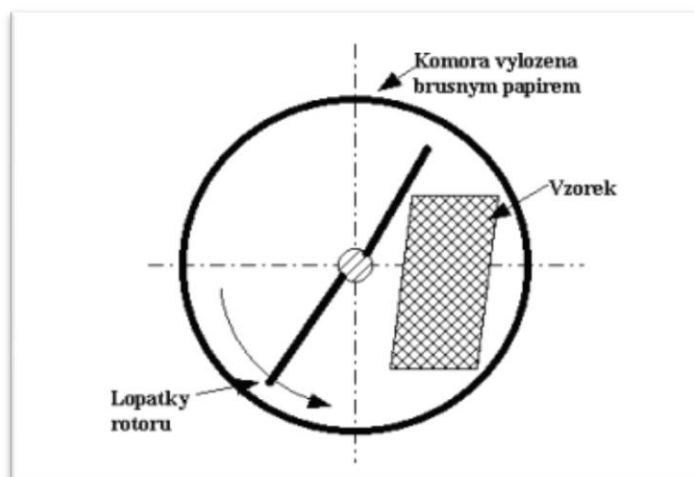
Odírání tímto způsobem může být na ploše nebo v přehybu. U zkušebního vzorku se zjistí počet otáček, při kterém došlo k poškození nebo změně odstínu.[1]



Obrázek 7: Princip přístroje na zkoušení odolnosti textílie v oděru [1]

b) Komorový vrtulkový odírač

Vzorek se zafixovanými kraji (např. obšitím nebo zalepením) se vloží do komory (viz Obr. 8), která má vnitřní plochu tvořenou brusným papírem nebo brusným kamenem normované zrnitosti. Vzorek je unášen vrtulkou stanovenou rychlostí a odírán v náhodném směru a místě o odírací plochu. Tato zkouška se vyhodnocuje podle úbytku hmotnosti vzorku. Metoda se dá provozovat i za mokra.[1]



Obrázek 8: Princip komorového vrtulkového odírače [1]

c) Martindale

Zkoumaný vzorek se odírá o normovanou vlnářskou tkaninu. Normovaná tkanina je pevná a zkoumaná textilie se o ni odírá v náhodných směrech. U tohoto způsobu se vyhodnocuje oděr změnou hmotnosti (viz Obr. 9).[1]



Obrázek 9: Přístroj Martindale [14]

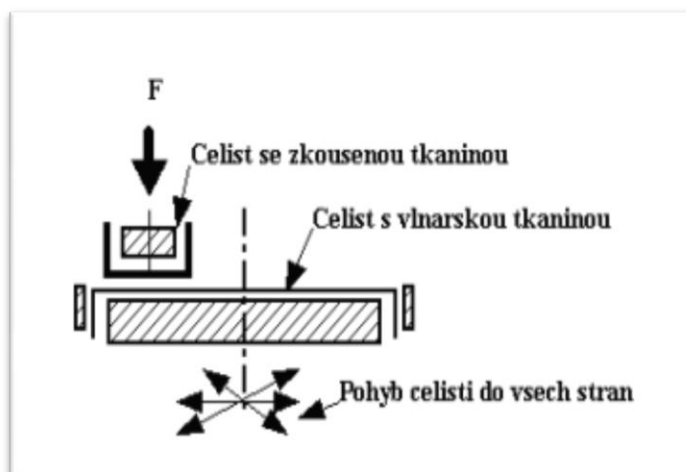
Definice:

Zkoušky odolnosti v oděru jsou simulační zkoušky, které napodobují, jak dlouho textilie snese namáhání (odírání) při praktickém používání (nošení, povlečení na postel, technické užívání, atd.). Toto namáhání může být realizováno jako odírání textilie o drsný pevný povrch (cihly, tvárnice, v případě pracovních oděvů a pomůcek).

Odírání textilie může být:

- v ploše (na sedací části oděvu)
- v hraně (např. oděr rukávů, límců, atd.)

Kromě toho můžeme zkoumat oděr v jednom nebo více směrech, oděr v přímce, v ploše, oděr v přeložení, atd. (viz Obr. 10). Simulaci skutečného oděru můžeme provést odíráním o brusné papíry, kartáče, normované textilie atd.[1]



Obrázek 10: Princip odíracího stroje Martindale [1]

d) Karl Schröder

Principem zkoušení je vzájemný pohyb dvou stýkajících se čelistí, kde na jedné čelisti je napnuta zkoušená textilie a na druhé čelisti je upevněn odírací materiál např. brusný papír. Čelisti jsou k sobě přitlačovány předepsanou silou a jsou ve vzájemném relativním rotačním pohybu (např. jedna čelist se otáčí a druhá je statická). Odírání na tomto přístroji je realizováno v povrchu kužele. Spodní čelist však může být uspořádaná například tak, že se textilie bude odírat v ploše nebo v přehybu (viz Obr. 11).



Obrázek 11: Přístroj Karl Schröder

1.5.1.1 Vyhodnocení oděru

Může se odírat do porušení textilie, kdy se za porušení textilie považuje prodření prvního vazného bodu. Ukazatelem odolnosti v oděru je pak počet otáček, kdy k prodření došlo. Může se odírat do konstantního počtu otáček rotační čelisti a odolnosti proti oděru je pak dána úbytkem hmotnosti vzorku podle vztahu:

$$U = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 10^2 \quad [\%]$$

Kde m_1 – je hmotnost vzorku před zkouškou [kg]

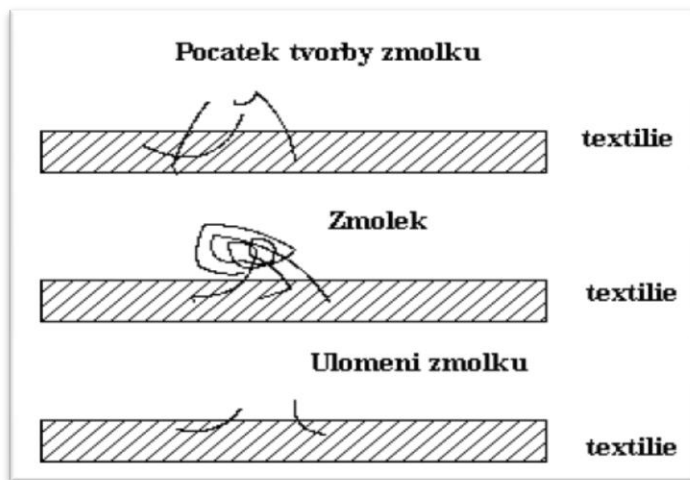
m_2 – je hmotnost vzorku po zkoušce [kg]

1.6 Žmolkovitost

Žmolkovitost je definována jako negativní vlastnost, která má za následek poruchu vzhledu povrchu plošné textilie. Projevu je se u všech druhů vláken, avšak některá vlákna mají malou odolnost v ohybu a v krutu, takže žmolky brzy upadnou. Z tohoto důvodu se zdá, že některé textilie žmolkuje méně než ostatní.

Každá textilie obsahuje vyčnívající vlákna tzv. chlupatost. Tato odstávající vlákna jsou schopna se vlivem odírání textilie o textilií nebo textilie o pevné povrchy

stáčet, přibírat k sobě další vlákna z jiné textilie, atd. Vzniká smotek vláken, který se nazývá žmolek (viz Obr. 12).[1]

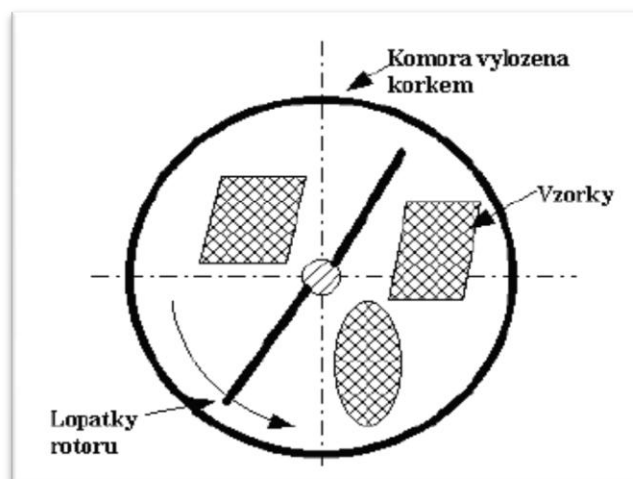


Obrázek 12: Průběh tvorby žmolku [1]

1.6.1 Zkušební zařízení pro měření vzniku žmolkovitosti

a) Komorový přístroj

Přístroj pracuje na principu náhodného oděru textilie o textilií. Povrch komory je vystlán korkovou vrstvou. Do komory jsou vkládány 3 vzorky textilie, které jsou pak unášeny lopatkovým ramenem (viz Obr. 13). Vzorky o stanovených rozměrech mají zpevněné okraje. Pro zviditelnění žmolků se do komory vkládá 25 mg bavlněných vláken. Po stanoveném počtu otáček se vzorky vyjmou a porovnají se s etalony, podle kterých se zařadí do stupně žmolkovitosti.[1]



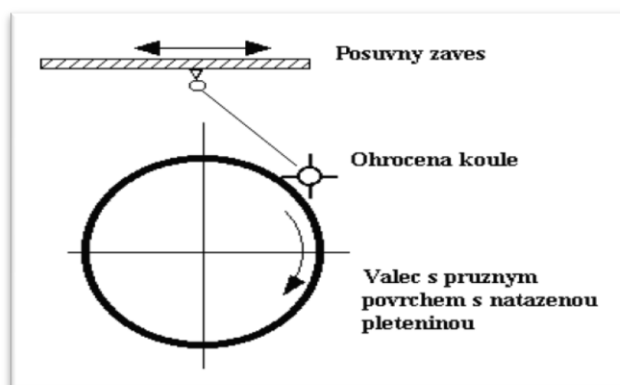
Obrázek 13: Princip měření žmolkovitosti v komorovém přístroji [1]

Odolnosti proti tvorbě zátrhů u pletenin

Pleteniny vzhledem ke své volné vazbě vykazují velkou pohyblivost ve vazných bodech. Při zachycení oka pleteniny o ostrý předmět (část zdrhovadla, poškozenou hranu nábytku, prstýnek, apod.) dojde k vytažení nitě a tím k poškození povrchu.

b) Zkoušení zátrhavosti

Zkušební metoda simuluje zatržení nitě pleteniny o ostrý předmět, který je prezentován ohrocenou koulí normované hmotnosti. Pletenina je natažena a upevněna na válec s pružným povrchem. Na válec dosedá ohrocená koule, která při otáčení válce způsobuje zatrhávání oček (viz Obr. 14). Sklon hrotů (trnů) a síla zachytávání se řídí změnou polohy závěsu koule. Měří se počet zátrhů na jednotku plochy po uběhnutí stanoveného počtu otáček válce nebo se vzorek porovnává s etalony.[1]



Obrázek 14: Princip přístroje zkoumající zátrhavost [1]

2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Cílem experimentální části bude odzkoušení již známých materiálů, které používá firma Holík International s.r.o. V dlaňové části zásahových rukavic a ochranných rukavic a navržení jiného vhodného materiálu, který by byl odolnější pro zkoušku mechanického namáhání – odolnosti proti oděru. Materiály byly odírány dle normy ČSN EN 80 08 16 Zjišťování odolnosti v oděru na rotačním odírači. Měření bude realizováno na přístroji Karl Schröder s brusným papírem zrnitosti č. 80.

V další části bude zkoumána náchylnost pletených podšívkových materiálů vůči žmolkovitosti, dle normy ČSN EN ISO 12945-2 (80 0837) Zjišťování sklonu plošných textilií k rozvláknění a ke žmolkování – Část 2 : Modifikovaná metoda Martindale. Měření proběhlo na přístroji Martindale M 235.

2.1 Testované materiály pro odolnost proti oděru

V Tabulce 1 jsou uvedeny všechny vrchové materiály, které byly testovány dle normy ČSN EN 80 08 16 Zjišťování odolnosti v oděru na rotačním odírači. Základní a nosnou vrstvou pro hřbet rukavic u armádních modelů tvoří materiál Nomex Comfort, u hasičských modelů speciálně upravená kůže, tkanina Nomex Tough, Nomex Comfort nebo extra odolný materiál PBI, který zvyšuje ochranu proti mechanickým a tepelným rizikům.

Dlaně zásahových rukavic jsou nejčastěji vyráběny ze směsi Aramid/PA se silikonovým povrstvením, který zajišťuje odolnost vůči teplu, oděru a řezu. Díky své pružnosti poskytuje vysokou citlivost a komfort při práci. Dále ze speciálně upravené, teplu a vodě odolné usně – hovězí štipenky, lícovky, která též poskytuje maximální citlivost a komfort při práci. U armádních rukavic je dlaň vyráběna z kozinkové usně s vynikající pevností a voděodolností. V dlaňové části, v místě s největším namáháním na oděr, je používána tkanina s keramickými mikrokrystaly. Obdobným materiálem, který se používá pro textilní zásahové rukavice v dlaňové části, s menší gramáží je para-aramidová pletenina se silikonovým povrstvením sloužící jako hřbetní výztuha u zásahových textilních rukavic (viz Příloha 5).

Tabulka 1: Testované materiály pro odolnost proti oděru

Číslo	Materiál	Úprava	Zátěr	Tloušťka materiálu [mm]
1	Useň lícovková hovězina	FR, WR, termo	ne	0,90-1,10
2	Useň štípenková hovězina	FR, WR, termo	ne	0,90-1,10
3	Useň kozina	WR	ne	0,60-0,80
4	Pletenina Aramid/PA se silikonovým povrstvením	-	ano	1,20
5	Nomex Tough + zátěr	-	ano	0,50
6	PBI Matrix + zátěr	-	ano	0,45
7	Para-Aramidová pletenina se silikonovým povrstvením	-	ano	0,45
8	Stretch kevlar	-	ano	1,10
9	Tkanina s Ceramickými mikrokrytaly	-	ne	0,85

FR – fire resistant (nehořlavá), WR – water resistant (voděodolná), termo – termostabilní

2.1.1 Definice zkoušky

Testování proběhlo za normou stanovených podmínek (zkušební ovzduší podle ČSN 80 0061). Z každého zkoušeného materiálu byly vystřiženy tři kruhové vzorky o průměru 112 mm. Použit byl voděvzdorný brousící papír zrnitosti č. 80, který byl upnut do čelistí odíracího zařízení tak, aby došlo ke stejnoměrnému napnutí po celém povrchu přitlačné destičky. Pro každý zkušební vzorek se používá nový vzorek brusného papíru.

2.1.2 Postup měření

1. Pracovní vzorek se podloží pružnou podložkou z technického sukna.
2. Pružná podložka a pracovní vzorek se upnou do upínací hlavy přístroje. Otáčením napínací hlavice se vypne pracovní vzorek tak, aby se jeho povrch dotýkal spodní hrany kontrolní měrky nařízené na vyklenutí 5 mm. Pokud je nutné vyklenutí zvýšit nad 5 mm musí být hodnota vyklenutí předepsána v předmětových normách pro výrobky.

3. Upínací hlava se vloží do přístroje na povrch pracovního vzorku se postupně spouští odírací zařízení a přístroj se uvede do činnosti. Upínací hlava se otáčí okolo své osy. Počet otáček rotující hlavy zaznamenává počítadlo.
4. Po každých 100 otáčkách se přístroj zastaví, testovací vzorek s brousícím papírem se okartáčují a zbaví se prachu. Přístroj se znovu uvede v činnost, přičemž dojde ke změně smyslu směru otáčení hlavy přístroje.
5. Během zkoušení se provede výměna brousícího papíru s přihlédnutím k odolnosti v odírání a použitého závaží takto:
 - Po 1000 otáčkách při použití závaží o hmotnosti do 600 g
 - Po 600 otáčkách při použití závaží o hmotnosti od 800 do 1000 g
 - Po 400 otáčkách při použití závaží o hmotnosti nad 1000 g.

2.1.3 Vyhodnocení naměřených výsledků u zkoušených materiálů

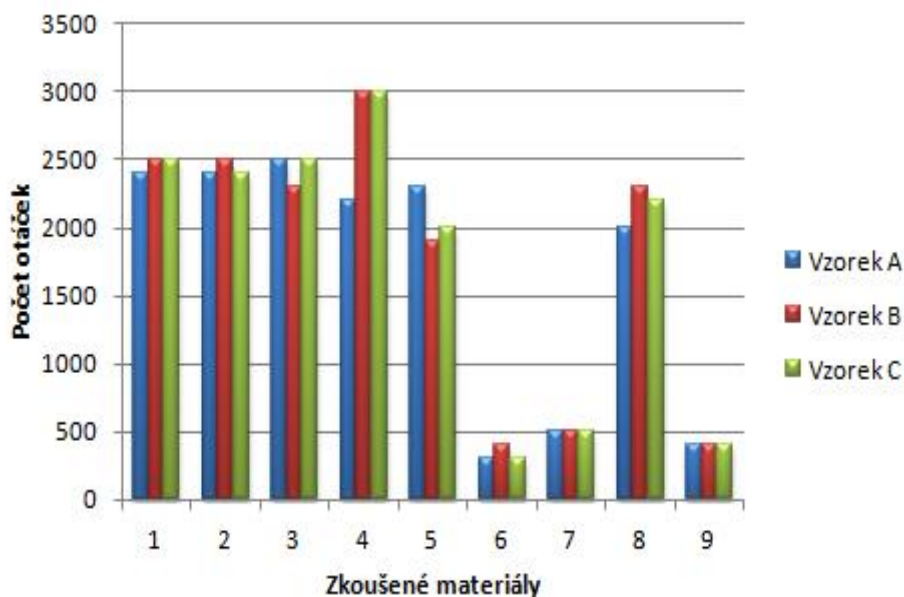
Ve zkoušce odolnosti zkoušeného materiálu v oděru o brusný papír dosáhly nejlepších výsledků převážně usňové materiály. Ze skupiny usní nejvyšší otáčky vydržela useň lícovková hovězina, 2500 otáček. U materiálu č. 2 usně štípenkové hověziny nastala mírná změna vzhledu již při 100 otáčkách. Prodření bylo dosaženo při hodnotě 2500 otáček (materiál B). V případě materiálu č. 3 k prodření nedošlo. Jediným měřitelným parametrem se zde stala změna vzhledu zešedivěním.

U materiálu č. 5 došlo k mírnému obroušení vrchní vrstvy při 100 otáčkách a při 200 otáčkách nastal značný úbytek materiálu. K samotnému prodření došlo v rozmezí 1900 – 2300 otáček. Materiál č. 8 doznal sedření nánosu v rozmezí otáček 2000 - 2300. U obou materiálů se předpokládá, že tato výchylka mohla být způsobena nerovnoměrným nánosem zátěru.

Materiál č. 6 byl zničen velmi rychle, již při 300 otáčkách, kdy došlo k porušení spodní vrstvy se zátěrem. Para-Aramidová pletenina se silikonovým povrstvením materiál č. 7 byl odírán taktéž velmi rychle, prodření nastalo při 500 otáčkách. Posledním devátým zkoušeným materiálem byla tkanina s keramickými mikrokristaly, u které došlo k sedření kapénkového nánosu při 400 otáčkách. Materiály č. 6, 7 a 9 se jeví jako nejméně odolné ve zkoušce odolnosti proti oděru. Na druhou stranu nejlepší výsledky byly naměřeny u pleteniny aramid/PA se silikonovým povrstvením, která byla odírána do 3000 otáček (viz Tabulka 2).

Tabulka 2: Výsledné hodnoty oděru brusným papírem

Číslo	Materiál	Otáčky		
		A	B	C
1	Useň lícovková hovězina	2400	2500	2500
2	Useň štípenková hovězina	2400	2500	2400
3	Useň kozina	2500	2300	2500
4	Pletenina Aramid/PA se silikonovým povrstvením	2200	3000	3000
5	Nomex Tough + zátěr	2300	1900	2000
6	PBI Matrix + zátěr	300	400	300
7	Para-Aramidová pletenina se silikonovým povrstvením	500	500	500
8	Stretch kevlar	2000	2300	2200
9	Tkanina s Ceramickými mikrokrystaly	400	400	400

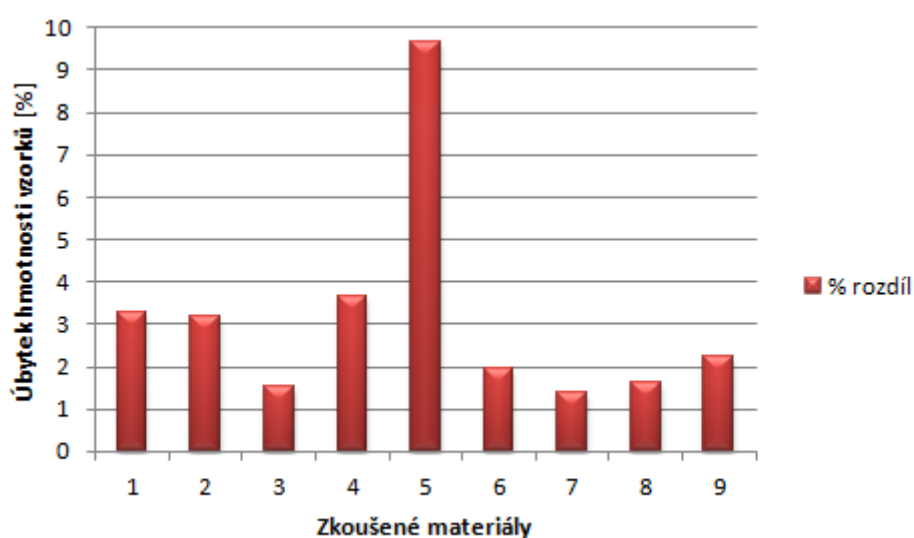


Obrázek 15: Výsledky měření na přístroji Karl Schröder

V Tabulce 3 byly zpracovány naměřené výsledky průměrných hmotností odíraných materiálů před a po provedení experimentu. Jak je na první pohled vidno, materiály odíráním svoji hmotnost opravdu ztratily. Největší úbytek nastal u materiálu č. 5 o 9,68 %, následoval materiál č. 4 a 1 s úbytkem 3,65 % a 3,30 %. Na Obr. 16 jsou graficky znázorněny hladiny úbytku hmotnosti u jednotlivých materiálů.

Tabulka 3: Výsledné hodnoty hmotností vzorků

Číslo	Materiál	Plošná hmotnost [g/m ²]	
		Před	Po
1	Useň lícovková hovězina	6,724	6,502
2	Useň štípenková hovězina	8,202	7,939
3	Useň kozina	5,103	5,025
4	Pletenina Aramid/PA se silikonovým povrstvením	6,573	6,333
5	Nomex Tough + zátěr	3,357	3,032
6	PBI Matrix + zátěr	3,718	3,646
7	Para-Aramidová pletenina se silikonovým povrstvením	4,237	4,178
8	Stretch kevlar	5,356	5,270
9	Tkanina s Ceramickými mikrokrystaly	4,438	4,339



Obrázek 16: Procentuální vyjádření úbytku hmotnosti

2.1.4 Dílčí závěr

Jak bylo zmíněno, práce se zabývá zkoušením textilních materiálů proti mechanickým rizikům. U vzorků materiálů používaných v dlaňové části hasičských ochranných rukavic byly naměřeny vysoké stupně otáček. Můžeme tedy zhodnotit, že materiály jsou vhodné pro účely, ke kterým slouží.

V první části vyhodnocení odolnosti oděru počtem otáček, dosáhly nejlepších výsledků materiály v pořadí č. 4, 1, 3 a 2 (pletenina aramid/PA se silikonovým povrstvením, useň lícovková hovězina a useň kozina a useň štípenková hovězina).

V druhé části se jednalo o vyhodnocení pomocí metody vážení před a po odírání. Vypočítané úbytky hmotnosti byly graficky zaznamenány na Obr. 16. Nejmenší úbytek nastal u materiálů v pořadí č. 7, 3 a 8 (Para-Aramidová pletenina se silikonovým povrstvením, useň kozina a stretch Kevlar). V Tabulce 4 (viz Příloha 3) a v Tabulce 5 jsou zaznamenány průměrné hodnoty a vzorky jsou seřazeny od nejlepšího po nejhorší.

Tabulka 4: Vyhodnocení průměrných hodnot otáček

Číslo	Materiál	\bar{x}
4	Pletenina Aramid/PA se silikonovým povrstvením	2733,3
1	Useň lícovková hovězina	2466,6
3	Useň kozina	2433,3
2	Useň štípenková hovězina	2433,3
8	Stretch kevlar	2166,6
5	Nomex Tough + zátěr	2066,6
7	Para-Aramidová pletenina se silikonovým povrstvením	500,0
9	Tkanina s Ceramickými mikrokrystaly	400,0
6	PBI Matrix + zátěr	333,3

Tabulka 5: Vyhodnocení procentuálního úbytku hmotností

Číslo	Materiál	[%]
7	Para-Aramidová pletenina se silikonovým povrstvením	1,39
3	Useň kozina	1,53
8	Stretch kevlar	1,60
2	Useň štípenková hovězina	3,20
9	Tkanina s Ceramickými mikrokrystaly	2,23
6	PBI Matrix + zátěr	1,94
1	Useň lícovková hovězina	3,30
4	Pletenina Aramid/PA se silikonovým povrstvením	3,65
5	Nomex Tough + zátěr	9,68

2.2 Testované materiály pro žmolkovitost

Žmolkovitost je estetická chyba, která se tvoří na materiálu nejbližší ruce u rukavic a to na podšívce. Podšívky se používají pletené, z materiálu Kevlar, PES, PES Thermolite, PES Coolmax, PES/X-static, bavlna (viz Tabulka 6). Na kterých byla žmolkovitost testována dle normy ČSN EN ISO 12945-2 (80 0837) Zjišťování sklonu plošných textilií k rozvláknění a ke žmolkování – Část 2 : Modifikovaná metoda Martindale.

Tabulka 6: Testované materiály pro žmolkovitost

Číslo	Materiál	Plošná hmotnost [g/m ²]	Tloušťka materiálu [mm]
10	Podšívka modakryl	290	1,08
11	Podšívka sklo-kevlar-PES	330	1,10
12	Podšívka PES coolmax	192	0,67
13	Podšívka PES Thermolite	235	0,77
14	Podšívka X-Static/Thermolite	175	0,61
15	Podšívka bavlna výplněk	280	1,33
16	Interlock nomex comfort	360	1,10
17	3-vrstvý fleec	310	1,88
18	3-vrstvý laminát (softshell)	420	1,01

2.2.1 Definice zkoušky

Rychlost těchto procesů závisí na vlastnostech vláken, nití a plošných textilií. Extrémní případy byly zjištěny u plošných textilií obsahujících vlákna s vyšší pevností oproti plošným textiliím s obsahem vláken s nižší pevností. V důsledku vláken s vyšší pevností převyšuje opotřebení. U vláken s nižší pevností rychlost tvorby žmolků konkuruje rychlosti jejich odření.

Experiment se zaměřuje na zkoušení sklonu plošných textilií ke žmolkování a k rozvláknění povrchu. Podstatou zkoušky je hodnocení změn zkušebních vzorků, které se pohybují po třecí ploše tvořené stejnou textilií a tvoří Lissajousův obrazec, vznikající pohybem, který se mění z kružnice k postupně se zužujícím elipsám,

až se nakonec stane přímkou. Z této přímky vznikají rozšiřující se elipsy v opačném úhlopříčném směru a tím způsobem dojde k opakování obrazce.

Před samotnou tvorbou vzorků se tkaniny klimatizují (tj. teplota 20 ± 2 °C, relativní vlhkost vzduchu 65 ± 2 %). Poté se začíná s odběrem vzorků. Z každé z osmi tkanin se odebírají 4 vzorky kruhovitěho tvaru o průměru 140 mm (2 vzorky pro kokovací stůl, 2 vzorky pro držák). Počet otáček měření byl zvolen dle Přílohy 7.

2.2.2 Postup měření

1. Z každého držáku vzorků se vyjme upínací kroužek a čep držáku vzorků. Pomocný přípravek pro upnutí vzorku se umístí menší plochou vzhůru na pracovní stůl. Upínací kroužek držáku vzorku se nasadí na zkosený povrch pomocného přípravku a stáhne se tak, aby byl umístěn na větším paralelním průměru základny.
2. Držák vzorku se otočí a do vzniklého prohloubeného místa se vloží kruhová plstěná podložka o průměru $(90 \pm 1 \text{ mm})$. Zkušební vzorek o průměru $140 + 0.5 \text{ mm}$ se umístí lícem nahoru centrálně na plst a přesahující okraje se nechají svěšeny přes hranu držáku vzorků. Je třeba, aby vzorek zcela zakrýval držák, do které se umístí upínací kroužek držáku vzorků.
3. Držák vzorků s plstí a zkušebním vzorkem se opatrně spojí s větší plochou pomocného přípravku tak, aby držák vzorků zapadl do zahloubení pomocného přípravku. Když jsou držák vzorků a pomocný přípravek pevně spojeny, nasune se upínací kroužek držáku vzorků na držák vzorků tak, aby zapadl do drážky držáku vzorků a tím se vzorek a plst zajistí. Pokud je to požadováno, umístí se zatěžovací závaží na pouzdro vodícího čepu držáku vzorků a upevní se v zahloubení.
4. Na žmolovací stůl se umístí kruhová podložka o průměru $(140 + 0,5 \text{ mm})$. Na plst se položí spodní zkušební vzorek odíraným povrchem nahoru. Zatíží se zatěžovacím závažím a zajistí se pomocí upínacího rámečku.
5. Zkouška se provádí do doby dosažení prvního stádia hodnocení.
6. Bez vyjmutí zkušební vzorku z držáku a bez očištění povrchu určeného k hodnocení, se provede první vyhodnocení.

Po vyhodnocení se držáky vzorků umístí na stejná pracovní místa, odkud byly vyjmuty. Podle potřeby se ve zkoušce pokračuje a hodnocení se provádí po každém stádiu hodnocení, dokud není dokončeno poslední stádium.

Zkouška se hodnotí v prohlížeční komoře, která je umístěna v temné místnosti. Originální a zkoušený vzorek se umístí vertikálně doprostřed prohlížeční plochy. Každý vzorek se hodnotí objektivně stupněm žmolkování podle normovaných etalonů a níže uvedeného schématu (viz Tabulka 7).

Tabulka 7: Vizuální hodnocení žmolkovitosti

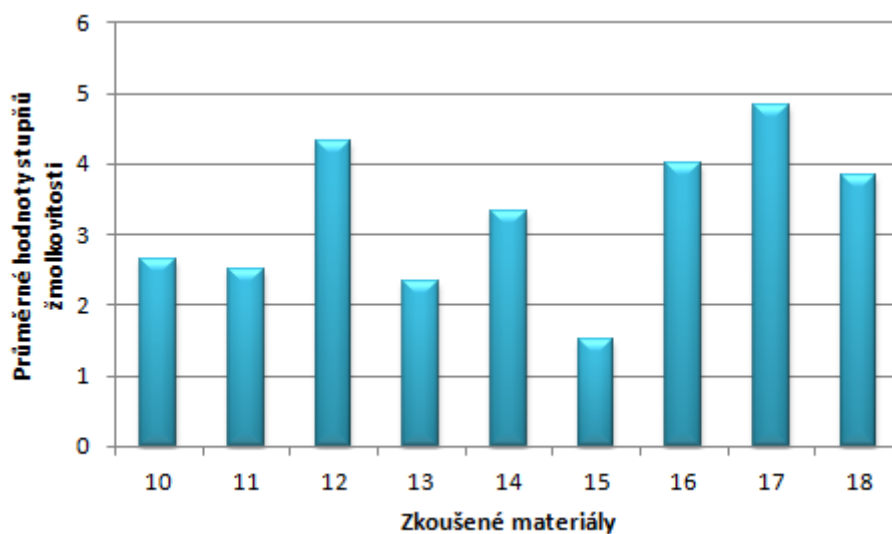
Stupeň	Popis
5	Beze změn.
4	Lehké rozvláknění povrchu a/nebo počátek tvorby žmolků.
3	Mírné rozvláknění povrchu a/nebo mírné žmolkování. Žmolky různé velikosti a hustoty pokrývají částečně povrch vzorku.
2	Výrazné rozvláknění povrchu a/nebo výrazné žmolkování. Žmolky různé velikosti a hustoty pokrývají značnou část povrchu vzorku.
1	Husté rozvláknění povrchu a/nebo silné žmolkování. Žmolky různé velikosti a hustoty pokrývají celý povrch vzorku.

2.2.3 Vyhodnocení naměřených výsledků u zkoušených materiálů

Nejlepších výsledků dosáhl materiál č. 17, jehož stupeň žmolkovitosti zůstal až do 5000 otáček beze změn, k lehkému rozvláknění došlo až při 7000 otáčkách. U materiálu č. 12 došlo k tomuto jevu při 2000 otáčkách, až při 7000 k částečné tvorbě žmolků. Materiál č. 16 vydržel beze změny do 500 otáček, mírné rozvláknění přetrvávalo do 2000 otáček, při 5000 a 7000 otáčkách materiál vykazoval známky žmolků. U materiálů č. 10, 11 a 13 došlo k mírnému rozvláknění již při prvních 125 otáčkách, to již postupně nabývalo, až materiály vykazovaly vysoký stupeň žmolkovitosti při 7000 otáčkách. Nejhorší stupeň žmolkovitosti byl zaznamenán u materiálu č. 15, kdy došlo k hustému rozvláknění již při 500 otáčkách (viz Tabulka 8).

Tabulka 8: Výsledné hodnoty žmolkovitosti

Číslo	Materiál	Počet otáček					
		125	500	1 000	2 000	5 000	7 000
10	Podšívka modakryl	4	3	3	3	2	1
11	Podšívka sklo-kevlar-PES	4	3	3	2	2	1
12	Podšívka PES coolmax	5	5	5	4	4	3
13	Podšívka PES Thermolite	4	3	2	2	2	1
14	Podšívka X-Static/Thermolite	5	4	4	3	2	2
15	Podšívka bavlna výplněk	2	1	/	/	/	/
16	Interlock nomex comfort	5	5	4	4	3	3
17	3-vrstvý fleece	5	5	5	5	5	4
18	3-vrstvý laminát (softshell)	5	5	4	3	3	3



Obrázek 17: Průměrné hodnoty stupňů žmolkovitosti

2.2.4 Dílčí závěr

Materiály podrobené zkoušce zjišťování sklonu žmolkovitosti byly vyhodnoceny (viz Příloha 4) a seřazeny od nejlepšího po nejhorší. V Tabulce 9 je vidno, že plošná hmotnost ani tloušťka materiálu nebyly rozhodující pro stupeň žmolkovitosti u zkoušených pletenin. Jelikož žádný z materiálů není opatřen zátěrem či jinou úpravou, domníváme se, že rozhodujícím faktorem stupně žmolkovitosti je materiálové složení (viz Příloha 6).

Tabulka 9: Vyhodnocení průměrných hodnot stupňů žmolkovitosti

Číslo	Materiál	\bar{x}	Plošná hmotnost [g/m ²]	Tloušťka materiálu [mm]
17	3-vrstvý fleece	4,83	310	1,88
12	Podšívka PES coolmax	4,33	192	0,67
16	Interlock nomex comfort	4,00	360	1,10
18	3-vrstvý laminát (softshell)	3,83	420	1,01
14	Podšívka X-Static/Thermolite	3,33	175	0,61
10	Podšívka modakryl	2,66	290	1,08
11	Podšívka sklo-kevlar-PES	2,50	330	1,10
13	Podšívka PES Thermolite	2,33	235	0,77
15	Podšívka bavlna výplněk	1,50	280	1,33

3 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo ověření odolnosti vybraných materiálů, používaných pro výrobu záchranných rukavic pro hasiče a vyhodnocení nejlepšího materiálu na základně vykonaných zkoušek. Jednalo se o experimentální ověření odolnosti materiálů v oděru u dlaňové vrchní vrstvy rukavic a žmolkovitosti u poslední vrstvy nejbližší ruce - podšívky.

Rešeršní část této práce byla zaměřena na popis materiálů, které byly poskytnuty k otestování firmou Holík-International s.r.o. Jsou zde popsány základní principy mechanického namáhání a stroje sloužící k praktickému provedení těchto experimentů.

Experimentální část byla rozdělena do dvou skupin. První část se zabývá oděrem materiálu dle normy ČSN EN 80 08 16 Zjišťování odolnosti v oděru na rotačním odírači, druhá část se zabývá žmolkovitostí dle normy ČSN EN ISO 12945-2 (80 0837) Zjišťování sklonu plošných textilií k rozvláknění a ke žmolkování – Část 2 : Modifikovaná metoda Martindale.

V obou částech jsou nejprve uvedeny tabulky se seznamem odzkoušených materiálů, které jsou následně zmiňovány pod přiřazeným číslem pro lepší orientaci v textu. Dále jsou zde uvedeny definice norem, dle kterých byly experimenty prováděny. Postup měření, tabulky s naměřenými hodnotami a následně i dílčí vyhodnocení získaných výsledků.

Zkouška odolnosti proti oděru probíhala v klimatizovaném (normovaném) prostředí. Vzorky byly nejprve zváženy, odírány, dle subjektivního názoru vyhodnoceny a po ukončení experimentu opět zváženy. V této práci jsou uvedeny dva způsoby hodnocení odolnosti materiálů.

Materiály, které byly vyhodnoceny jako nejodolnější, jsou uvedeny v Příloze 1. Nejvíce trvanlivá se jevila pletenina Aramid/PA se silikonovým zátěrem, která vydržela odírání až do 3000 otáček, ihned po ní s počtem otáček 2500 dosáhla useň lícovka. Posledním nejvíce vyhovujícím materiálem, byla useň kozina, která rovněž dosáhla hodnoty 2500 otáček.

Tyto tři výše zmíněné materiály tedy doporučuji pro výrobu dlaňové hasičské rukavice jako vyhovující zkoušku odolnosti vůči oděru, neboť dle normy ČSN EN 659+A1 odstavec 3.3 při této zkoušce musí být dosaženo nejméně třídy 3 (2000 cyklů).

Ve zkoušce žmolovitosti nejvíce uspěl 3-vrstvý fleece, s průměrným počtem otáček 4,83. Následovala podšívka PES coolmax, jejíž průměrný počet otáček byl 4,33 a Interlock nomex komfort s průměrným počtem otáček 4,00 (viz Příloha 2).

Jelikož se podšívky, které jsou hořlavé, používají do rukavic armádních a policejních typů, doporučila bych použití podšívky PES coolmax a podšívky X-Static/Thermolite. U armádních rukavic doporučuji použití materiálů, které vyšly nejlépe a to 3-vrstvý fleece a Nomec Comfort interlock.

Seznam použité literatury a dalších zdrojů

- [1] KOVAČIČ, V. Základy oděvní výroby, elektronická skripta FT
- [2] Česká norma, ČSN EN ISO 388 (832350): Ochranné rukavice proti mechanickým rizikům, Vydána: 2004.
- [3] Dvořák, O., Štefková, E.: Ochranné oděvy pro hasiče: vlastnosti, zkoušení, praktické používání a certifikace. Příloha časopisu 150-Hoří, Praha, květen 2002.
- [4] Haviar Š., Pařilová H., Kubát L.” Textilní zbožíznalství, 1.vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002, ISBN 80-7083-565-6
- [5] Holík International s.r.o. [online], [cit. 2012-03-25]
Dostupný z: <http://www.holik-international.cz>
- [6] Made-in-China [online], [cit. 2012-24-04]
Dostupný z: <http://www.made-in-china.com>
- [7] Advansa [online], [cit. 2012-03-24]
Dostupný z: <http://www.advancedfibres.eu>
- [8] PÍCHA Safety, Ochranné pracovní prostředky [online], [cit. 2012-03-25]
Dostupný z: http://www.oopp.cz/gallery_produkty/dokumentace/01-X.pdf
- [9] X-Static The Silver Fiber [online], [cit. 2012-04-24]
Dostupný z: www.x-staticfiber.com/index3.htm
- [10] Wikipedie: otevřená encyklopedie: polyesterové vlákno [cit. 2012-04-30]
Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Polyesterov%C3%A1_vl%C3%A1kna
- [11] Wikipedie: otevřená encyklopedie: uhlíkové vlákno [cit. 2012-02-29]
Dostupné z:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Uhl%C3%ADkov%C3%A9_vl%C3%A1kno
- [12] Normy.biz [online], [cit.2012-01-27]
Dostupné z: <http://shop.normy.biz/d.php?k=81521>
- [13] Mecalux logismarket [online], [cit. 2012-02-29]
Dostupné z: <http://www.logismarket.cz/fruehbauer/pracovni-rukavice/1300288288-947644932-p.html>
- [14] Directalpine, technical outdoor wear [online], [cit. 2012-03-11]
Dostupné z: <http://www.directalpine.cz/testovani-263>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Pracovní rukavice [13]	11
Obrázek 2: Gumové rukavice [13].....	11
Obrázek 3: Schéma štěpení vlákna Nomex [3].....	16
Obrázek 4: Schéma štěpení vlákna Kevlar [3].....	17
Obrázek 5: Schéma průřezu vlákna CoolMax [7]	19
Obrázek 6: Proudění vlhkosti vláknem Termolite [7]	19
Obrázek 7: Princip přístroje na zkoušení odolnosti textlie v oděru [1]	21
Obrázek 8: Princip komorového vrtulkového odírače [1]	22
Obrázek 9: Přístroj Martindale [14].....	22
Obrázek 10: Princip odíracího stroje Martindale [1]	23
Obrázek 11: Přístroj Karl Schröder	24
Obrázek 12: Průběh tvorby žmolku [1]	25
Obrázek 13: Princip měření žmolkovitosti v komorovém přístroji [1]	26
Obrázek 14: Princip přístroje zkoumající zátrhavost [1]	26
Obrázek 15: Výsledky měření na přístroji Karl Schröder	30
Obrázek 16: Procentuální vyjádření úbytku hmotnosti	31
Obrázek 17: Průměrné hodnoty stupňů žmolkovitosti	37

Seznam tabulek

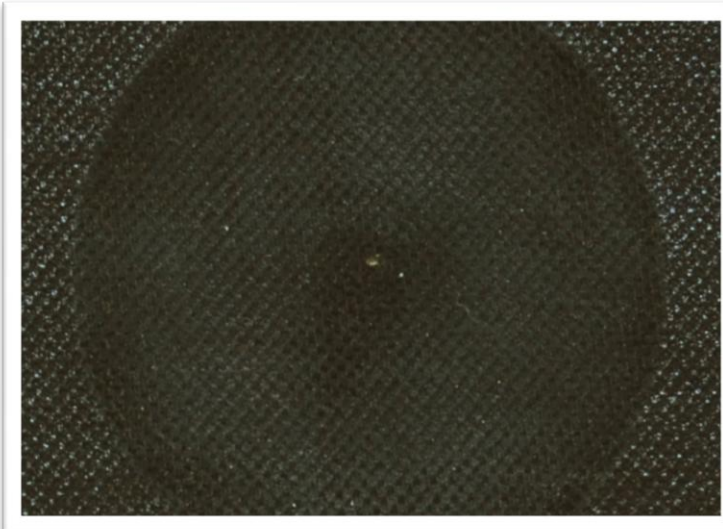
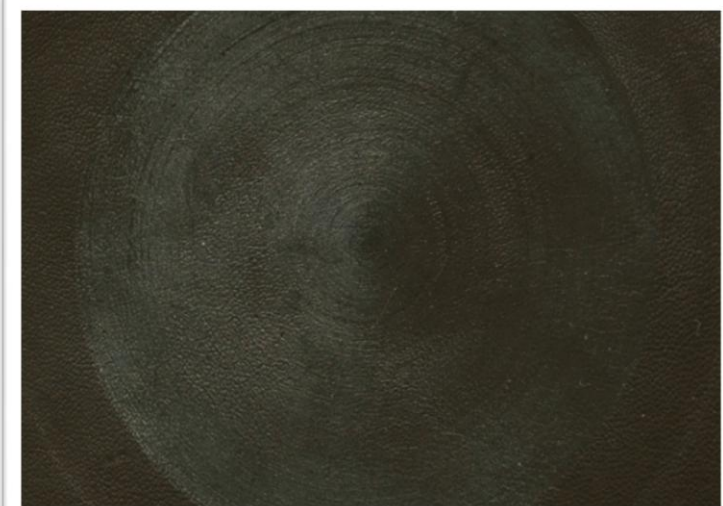
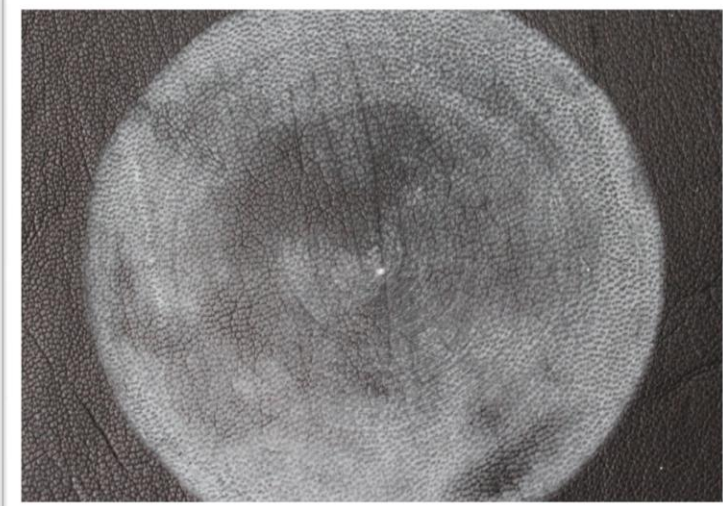
Tabulka 1: Testované materiály pro odolnost proti oděru	28
Tabulka 2: Výsledné hodnoty oděru brusným papírem	30
Tabulka 3: Výsledné hodnoty hmotností vzorků	31
Tabulka 4: Vyhodnocení průměrných hodnot otáček	32
Tabulka 5: Vyhodnocení procentuálního úbytku hmotností	33
Tabulka 6: Testované materiály pro žmolkovitost	34
Tabulka 7: Vizuální hodnocení žmolkovitosti	36
Tabulka 8: Výsledné hodnoty žmolkovitosti	37
Tabulka 9: Vyhodnocení průměrných hodnot stupňů žmolkovitosti	38
Tabulka 11: Nejlépe vyhodnocené materiály ve žkoušce vzniku žmolkovitosti	47

Seznam příloh

Příloha 1: Nejlépe vyhodnocené materiály ve zkoušce oděru	46
Příloha 2: Nejlépe vyhodnocené materiály ve zkoušce vzniku žmolkovitosti	47
Příloha 3: Výsledky zkoušky oděru	48
Příloha 4: Výsledky zkoušky vzniku žmolkovitosti	49
Příloha 5: Fotografie vzorků po ukončení zkoušky oděru na přístroji Karl Schröder	50
Příloha 6: Fotografie vzorků po ukončení zkoušky žmolkování na přístroji Martindale M 235.....	55
Příloha 7: Tabulka kategorií při zkoušce žmolkování	60

Přílohy

Příloha 1: Nejlépe vyhodnocené materiály ve zkoušce oděru

<p>Pletenina aramid/PA se silikonovým zátěrem</p> <p>Materiálové složení Aramid/PA + silikonový zátěr</p> <p>Počet otáček [ø] 2733,3</p> <p>Úbytek hmotnosti 3,65 %</p>	
<p>Useň lícovková hovězina</p> <p>Materiálové složení 100% přírodní useň hovězina</p> <p>Počet otáček [ø] 2466,6</p> <p>Úbytek hmotnosti 3,30 %</p>	
<p>Useň kozina</p> <p>Materiálové složení 100% přírodní useň kozina</p> <p>Počet otáček [ø] 2433,3</p> <p>Úbytek hmotnosti 1,53 %</p>	

Příloha 2: Nejlépe vyhodnocené materiály ve zkoušce vzniku žmolkovitosti

<p>3-vrstvý fleece</p> <p>Materiálové složení PES/PU</p> <p>Počet otáček [ø] 4,83</p> <p>Stupeň žmolkovitosti při 7 000 otáčkách 4</p>	
<p>Podšívka PES Coolmax</p> <p>Materiálové složení PES-Coolmax / elastan</p> <p>Počet otáček [ø] 4,33</p> <p>Stupeň žmolkovitosti při 7 000 otáčkách 3</p>	
<p>Interlock nomex comfort</p> <p>Materiálové složení Nomex / Kevlar / Antistatika</p> <p>Počet otáček [ø] 4,00</p> <p>Stupeň žmolkovitosti při 7 000 otáčkách 3</p>	

Příloha 3: Výsledky zkoušky oděru

Materiál	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
A	2400	2400	2500	2200	2300	300	500	2000	400
B	2500	2500	2300	3000	1900	400	500	2300	400
C	2500	2400	2500	3000	2000	300	500	2200	400
Průměrná hodnota	2466,6	2433,3	2433,3	2733,3	2066,6	333,3	500,0	2166,6	400,0
Směrodatná odchylka [N]	47,14	47,14	94,28	377,12	169,96	47,14	0	124,72	0
Variační koeficient [%]	1,91	1,93	3,87	13,79	8,22	14,14	0	5,75	0
Rozptyl [N²]	2222,17	2222,17	8888,71	142219,5	28888,8	2222,17	0	15555,5	0

Příloha 4: Výsledky zkoušky vzniku žmolovitosti

	Materiál								
Počet otáček	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
125	4	4	5	4	5	2	5	5	5
500	3	3	5	3	4	1	5	5	5
1 000	3	3	5	2	4	/	4	5	4
2 000	3	2	4	2	3	/	4	5	3
5 000	2	2	4	2	2	/	3	5	3
7 000	1	1	3	1	2	/	3	4	3
\bar{x}	2,66	2,50	4,33	2,33	3,33	1,50	4,00	4,83	3,83
Směrodatná odchylka [N]	0,94	0,95	0,74	0,94	1,34	0,50	0,81	0,37	0,89
Variační koeficient [%]	35,33	37,25	17,09	40,34	40,24	33,3	20,25	7,66	26,33
Rozptyl [N ²]	0,88	0,90	0,54	0,88	1,79	0,25	0,65	0,13	0,79

Příloha 5: Fotografie vzorků po ukončení zkoušky oděru na přístroji Karl Schröder

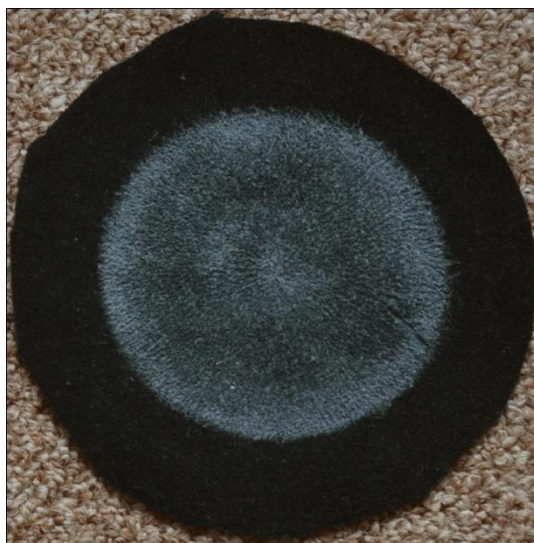
Tabulka 1: Useň lícovková hověžina

Materiálové složení	100% přírodní useň hověžina
Tloušťka materiálu [mm]	0,9-1,1
Úprava	FR, WR, termo
Zátěr	ne



Tabulka 2: Useň štípenková hověžina

Materiálové složení	100% přírodní useň hověžina
Tloušťka materiálu [mm]	0,9-1,1
Úprava	FR, WR, termo
Zátěr	ne



Tabulka 3: Useň kozina

Materiálové složení	100% přírodní useň kozina
Tloušťka materiálu [mm]	0,6-0,8
Úprava	WR
Zátěr	ne



Tabulka 4: Pletenina Aramid/PA se silikonovým povrstvením

Materiálové složení	Aramid/ PA + silikonový zátěr
Plošná hmotnost [g/m²]	620
Tloušťka materiálu [mm]	1,2
Úprava	ne
Zátěr	Ano



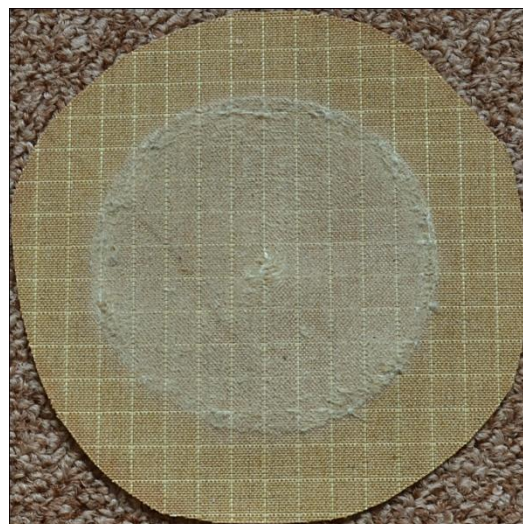
Tabulka 5: **Nomex Tough + zátěr**

Materiálové složení	Nomex/Kevlar/ Antistatika
Plošná hmotnost [g/m²]	225
Tloušťka materiálu [mm]	0,5
Úprava	ne
Zátěr	ano



Tabulka 6: **PBI Matrix + zátěr**

Materiálové složení	Para- Aramid/PBI/ Antistatika
Plošná hmotnost [g/m²]	205
Tloušťka materiálu [mm]	0,45
Úprava	ne
Zátěr	ano



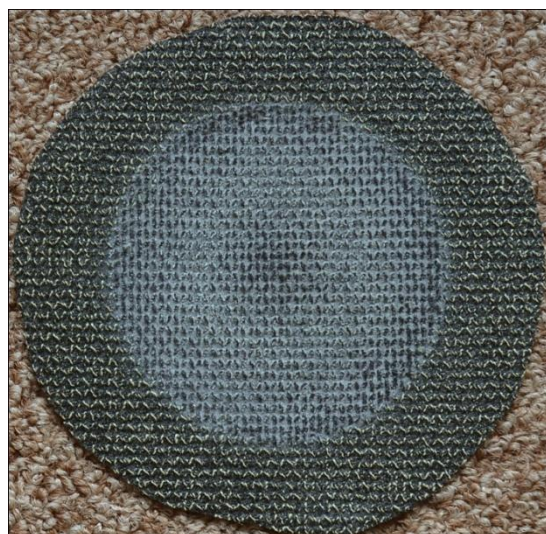
Tabulka 7: **Para-Aramidová pletenina se silikonovým povrstvením**

Materiálové složení	Para-Aramid + silikonový zátěr
Plošná hmotnost [g/m²]	369
Tloušťka materiálu [mm]	0,45
Úprava	ne
Zátěr	ano



Tabulka 8: **Stretch kevlar**

Materiálové složení	Kevlar/ nylon/ spandex/ PU
Plošná hmotnost [g/m²]	420
Tloušťka materiálu [mm]	1,1
Úprava	ne
Zátěr	ano



Tabulka 9: Tkanina s keramickými mikrokristaly

Materiálové složení	PA/ keramické mikrokristaly
Plošná hmotnost [g/m²]	206
Tloušťka materiálu [mm]	0,85
Úprava	ne
Zátěr	ne



Příloha 6: Fotografie vzorků po ukončení zkoušky žmolkování na přístroji Martindale M 235.

Tabulka 10: **Podšívka modakryl**

Materiálové složení	Bavlna / modakryl
Plošná hmotnost [g/m²]	290
Tloušťka materiálu [mm]	1,08
Úprava	ne
Zátěr	ne



Tabulka 11: **Podšívka sklo-kevlar-PES**

Materiálové složení	Kevlar/PES/ sklo
Plošná hmotnost [g/m²]	330
Tloušťka materiálu [mm]	1,1
Úprava	ne
Zátěr	ne



Tabulka 12: Podšívka PES coolmax

Materiálové složení	PES-Coolmax/ elastan
Plošná hmotnost [g/m²]	192
Tloušťka materiálu [mm]	0,67
Úprava	ne
Zátěr	ne



Tabulka 13: Podšívka PES Thermolite

Materiálové složení	PES-Thermolite
Plošná hmotnost [g/m²]	235
Tloušťka materiálu [mm]	0,77
Úprava	ne
Zátěr	ne



Tabulka 14: Podšívka X-Static/ Thermolite

Materiálové složení	PES-Thermolite/ X-Static
Plošná hmotnost [g/m²]	175
Tloušťka materiálu [mm]	0,61
Úprava	ne
Zátěr	ne



Tabulka 15: Podšívka bavlna výplněk

Materiálové složení	100% bavlna
Plošná hmotnost [g/m²]	280
Tloušťka materiálu [mm]	1,33
Úprava	ne
Zátěr	ne



Tabulka 16 : **Interlock nomex comfort**

Materiálové složení	Nomex/ Kevlar/ Antistatika
Plošná hmotnost [g/m²]	360
Tloušťka materiálu [mm]	1,1
Úprava	ne
Zátěr	ne



Tabulka 17: **3-vrstvý fleece**

Materiálové složení	PES/ PU
Plošná hmotnost [g/m²]	310
Tloušťka materiálu [mm]	1,88
Úprava	ne
Zátěr	ne



Tabulka 18: **3-vrstvý laminát (softshell)**

Materiálové složení	PES/ PU
Plošná hmotnost [g/m²]	420
Tloušťka materiálu [mm]	1,01
Úprava	ne
Zátěr	ne



Příloha 7: Tabulka kategorií při zkoušce žmolkování

Kategorie	Druh textilie	Odírací prostředek	Zatěžovací závaží, g	Stádium hodn.	Počet otáček
1	Potahové textilie	Vlněná odírací textilie	415+/-2	1	500
				2	1000
				3	2000
				4	5000
2 ^{a)}	Tkanin s výjimkou potahových	Zkoušená tkanina (líc/líc) nebo vlněná tkanina	415+/-2	1	125
				2	500
				3	1000
				4	2000
				5	5000
				6	7000
3 ^{a)}	Pleteniny s výjimkou potahových	Zkoušená pletenina (líc/líc) nebo vlněná tkanina	155+/-1	1	125
				2	500
				3	1000
				4	2000
				5	5000
				6	7000

^{a)} U kategorií 2 a 3 je minimální doba trvání zkoušky 2000 otáček. Zkouška může být dokončena před dosažením 7000 otáček, pokud při dohodnutém stádiu hodnocení je dosažen stupeň 4-5 nebo lepší.

POZNÁMKA Pokusy bylo zjištěno, že lepší mezi zkouškou a chováním při nošení se dosáhne při pokračování zkoušky do 7000 otáček proto, že žmolky se vyskytnou při 2 000 otáčkách, mohou být při 7000 otáčkách odstraněny.